

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-178679
(P2001-178679A)

(43) 公開日 平成13年7月3日(2001.7.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
A 6 1 B 3/11		A 6 1 B 3/10	A 5 B 0 4 7
G 0 6 T 1/00		C 0 6 F 15/64	H

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-364925

(22) 出願日 平成11年12月22日(1999. 12. 22)

(71) 出願人 000005832

松下電工株式会社

大阪府門真市大字門真1048番地

(72) 発明者 福島 省吾

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

(74) 代理人 10008/767

弁理士 西川 恵清 (外 1 名)

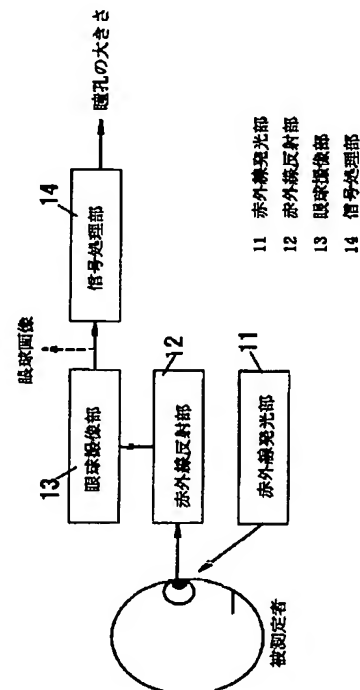
Fターム(参考) 5B047 AA17 AA30 BC07 BC09 BC11
CA12 DB03

(54) 【発明の名称】 瞳孔測定装置

(57) 【要約】

【課題】 瞳孔に対する位置設定を容易にし、顔の位置ずれに柔軟に対応可能とし、瞳孔の明瞭な画像を安定に得て、安定な瞳孔測定を可能にする。

【解決手段】 CCDカメラを有し、眼球の撮像を行う眼球撮像部11と、赤外線LED素子を有し、暗環境下においても上記撮像により明瞭な眼球の画像が得られるようにその眼球に向けて赤外線を照射する赤外線発光部12と、赤外線を全反射するとともに可視光を50%反射しその残りの50%を透過させるコーティングが表面に施された板状のハーフミラーを有し、眼球からの赤外線を眼球撮像部11に全反射する赤外線反射部13と、上記撮像により得られる眼球の画像を用いてその眼球の瞳孔径を求める信号処理部14とを備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 撮像素子を有し眼球の撮像を行う眼球撮像手段と、暗環境下においても前記撮像により明瞭な眼球の画像が得られるようにその眼球に向けて赤外線を照射する赤外線発光手段と、光学部品から成り前記眼球からの赤外線を前記眼球撮像手段に全反射する赤外線反射手段と、前記撮像により得られる眼球の画像を用いてその眼球の瞳孔の大きさに関する指標を算出する信号処理手段とにより成る瞳孔測定装置。

【請求項2】 請求項1記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は表面のコーティングにより赤外線の波長帯域のみを全反射するハーフミラーを備える瞳孔測定装置。

【請求項3】 請求項1または2記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は前記眼球の画像が顔形状の個人差によって所望の位置からずれた場合に適切な位置の眼球の画像が得られるように位置のずれを補正する回転機構を備えたハーフミラーにより成る瞳孔測定装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記眼球撮像手段は赤外線の波長帯域のみを透過するような光学フィルタを備える瞳孔測定装置。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像に含まれる複数の瞳孔径候補から最も大きな幅をもつ瞳孔径候補を瞳孔径とする処理を行う瞳孔測定装置。

【請求項6】 請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像における水平ライン毎の瞳孔径候補のうち他と比較して異常に大きな値をもつ瞳孔径候補はノイズが混入したとしてその瞳孔径候補を瞳孔径とみなさない判定を行う瞳孔測定装置。

【請求項7】 請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、各画像から決定される瞳孔径に関して異常に大きな値の瞳孔径が得られる画像や、あるいは異常に小さな値の瞳孔径が得られる画像については、その画像内にノイズが混入したと判断し、その画像から得られる瞳孔径のデータは採用せず、その画像の前後の画像から得られる瞳孔径のデータから補間により値を求め、この値を瞳孔径の値に代用する処理を行う瞳孔測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、瞳孔の大きさを計測する瞳孔測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、CCDカメラなどの撮像素子を用いて眼球の画像を取得し、この画像に対して処理を行うことにより瞳孔の大きさを測定する瞳孔測定装置が知られている。この種の瞳孔測定装置には、眼球の画像を取得する際に、暗環境下においても撮像が可能になるように、人の眼には感度をもたない赤外線の照明により眼球を照らし、赤外線の波長帯域に感度をもつ撮像素子で眼球の画像を得る構成になっているものがある。

【0003】 なお、特開平11-169345号公報には、画像信号を2値化することにより、瞳孔部分に対応する電圧レベル部分と瞳孔以外の部分に対応する電圧レベル部分を含む2値信号を形成し、この2値信号の瞳孔部分に対応する電圧レベル部分について集計を取り、この集計値から瞳孔の面積を求めるようにした瞳孔計が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ここで、瞳孔測定装置では、眼球の画像に、瞳孔以外の部分としての眼瞼、目頭、目尻や睫毛などが存在し、これらも瞳孔と同様に通常暗く画像に映るため、瞳孔部分のみを抽出する処理が必要となる。また、眼瞼、目頭、目尻や睫毛などの形状は人によって様々であるほか、顔形状も多様であることから、撮像素子を瞳孔が明瞭に撮像できるような適切な位置に配置する必要がある。さらに、瞳孔部分を明瞭にするために、十分な光量の赤外線を撮像素子に入射させる必要がある。

【0005】 しかしながら、瞳孔の大きさを計測するとき、被計測者によって瞳孔測定装置に対する顔の固定位置がずれることは珍しくない。また、眼瞼や睫毛などの瞳孔以外の要因によって、瞳孔の明瞭な画像が必ずしも得られるとは限らない。

【0006】 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、瞳孔に対する位置設定が容易で、顔の位置ずれに柔軟に対応可能となり、瞳孔の明瞭な画像を安定に得ることができ、もって安定に瞳孔の測定を行うことができる瞳孔測定装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために請求項1記載の発明の瞳孔測定装置は、撮像素子を有し眼球の撮像を行う眼球撮像手段と、暗環境下においても前記撮像により明瞭な眼球の画像が得られるようにその眼球に向けて赤外線を照射する赤外線発光手段と、光学部品から成り前記眼球からの赤外線を前記眼球撮像手段に全反射する赤外線反射手段と、前記撮像により得られる眼球の画像を用いてその眼球の瞳孔の大きさに関する指標を算出する信号処理手段とにより成るのである。

【0008】 この構成によれば、赤外線反射手段により眼球からの赤外線が眼球撮像手段に全反射されるので、暗環境下においても眼球撮像手段の撮像により明瞭な眼

球の画像が得られるようになる。また、眼球からの赤外線 eyeball 撮像手段に全反射させるだけなので、赤外線反射手段の瞳孔に対する位置設定が容易になり、これにより、顔の位置ずれに柔軟に対応可能となり、瞳孔の明瞭な画像を安定に得ることができ、もって安定に瞳孔の測定を行うことができる。

【0009】なお、請求項1記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は表面のコーティングにより赤外線の波長帯域のみを全反射するハーフミラーを備える構成でもよい（請求項2）。この構成によれば、最大限の光量の赤外線を eyeball 撮像手段に供給することが可能になるとともに、視野を妨げない瞳孔測定装置を得ることができる。

【0010】また、請求項1または2記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は前記眼球の画像が顔形状の個人差によって所望の位置からずれた場合に適切な位置の眼球の画像が得られるように位置のずれを補正する回転機構を備えたハーフミラーにより成る構成でもよい（請求項3）。この構成によれば、顔形状の個人差にかかわらず、適切な眼球の画像を得ることができる。

【0011】また、請求項1～3のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記 eyeball 撮像手段は赤外線の波長帯域のみを透過するような光学フィルタを備える構成でもよい（請求項4）。この構成によれば、可視光で eyeball 撮像手段の撮像素子の受光面に結像することがなくなるので、不要画像の撮像（混入）を防止することができる。

【0012】また、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像に含まれる複数の瞳孔径候補から最も大きな幅をもつ瞳孔径候補を瞳孔径とする処理を行う構成でもよい（請求項5）。この構成によれば、2値画像にノイズが含まれていても、適切な瞳孔径を計測することが可能になる。

【0013】また、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像における水平ライン毎の瞳孔径候補のうち他と比較して異常に大きな値をもつ瞳孔径候補はノイズが混入したとしてその瞳孔径候補を瞳孔径とみなさない判定を行う構成でもよい（請求項6）。この構成によれば、2値画像にノイズが含まれていても、適切な瞳孔径を計測することが可能になる。

【0014】さらに、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、各画像から決定される瞳孔径に関して異常に大きな値の瞳孔径が得られる画像や、あるいは異常に小さな値の瞳孔径が得

られる画像については、その画像内にノイズが混入したと判断し、その画像から得られる瞳孔径のデータは採用せず、その画像の前後の画像から得られる瞳孔径のデータから補間により値を求め、この値を瞳孔径の値に代用する処理を行う構成でもよい（請求項7）。この構成によれば、より確からしい瞳孔径を得ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図、図2は図1の瞳孔測定装置の外観を示す模式図、図3は図1の各部の位置関係を示す図、図4は図1の信号処理部で行われる処理の説明図で、これらの図を用いて以下に第1実施形態の説明を行う。

【0016】本瞳孔測定装置は、図1および図2に示すように、赤外線発光部11、赤外線反射部12および eyeball 撮像部13を布製の遮光カバー1a内に備えるゴーグル部1と、このゴーグル部1の前方を遮蔽するための着脱式のフロント遮光板2と、ケーブル3を介してゴーグル部1内の eyeball 撮像部13などと接続される信号処理部14とにより構成されている。なお、図2の1bはフレームである。

【0017】赤外線発光部11は、図3に示すように、各眼球に上方斜めおよび下方斜めから赤外線をそれぞれ照射する赤外線LED素子111、112を2組ゴーグル部1内の後方側（眼球側）に備えて成り、各眼球を赤外線で照らすことにより、暗環境下においても eyeball 撮像部13で確実に眼球の画像を撮像することができるようにするためのものである。ここで、波長領域として赤外線が使用されるので、装着者にその照射を感知されることはない。また、各赤外線LED素子は装着者の視野を妨げないように配置されるので、装着者は外景を見ることができ

【0018】赤外線反射部12は、赤外線を100%（全）反射するとともに可視光を50%反射しその残りの50%を透過させるコーティングが表面に施された板状のハーフミラー121を2枚ゴーグル部1内の前方側（外景側）に回転自在に備えて成り、赤外線発光部11から照射され眼球などで反射した赤外線を、ゴーグル部1内の上方側に全反射するものである。つまり、赤外線反射部12は、眼球などで反射した赤外線の向きを変更して十分な光量の赤外線を eyeball 撮像部13に供給するためのものである。ここで、各ハーフミラー121は、図3に示すように、45°の傾斜角度でロックされるが、矢印Aの方向に回転自在となるように、その左右両側が図2に示すように軸支されている。このように、上記コーティングが表面に施されたハーフミラー121を使用することで、各眼球の前方に様々な装置部品を配置する必要がなくなり、装着者は外景をみる事が可能となる。また、ハーフミラー121が赤外線を全反射するので、最大限の光量の赤外線を eyeball 撮像部13に供給する

ことが可能となる。さらに、装着者の顔形状や眼の周辺形状が異なるために、眼球の位置が眼球撮像部13の所定の撮像範囲からずれる可能性があるが、各ハーフミラー121を回動自在にしたので、各ハーフミラー121を回動することにより、眼球の上下方向の位置ずれを適切な位置に補正することが可能になる。

【0019】眼球撮像部13は、図3に示すように、両ハーフミラー121で反射された赤外線を検知することで両眼球の画像を撮像するCCDカメラ131を2つゴーグル部1内の上方側に備えて成る。各CCDカメラ131は、図示しないCCD、およびこのCCDの受光面に結像するための受光レンズ131aなどにより構成され、この受光レンズ131aには、赤外線のみを透過して可視光をカットするコーティングが施されている。これにより、可視光でCCDの受光面に結像することがなくなるので、不要画像の撮像（混入）を防止することができる。

【0020】ここで、ハーフミラー121からCCDカメラ131には、赤外線の反射光に加えて可視光の透過光も到来するが、図3に示すように、ゴーグル部1の遮光カバー1aの下側面によって、CCDカメラ131のCCDの受光面に対面する側（下方側）からの透過光がカットされるので、不要画像の撮像をより好適に防止することができる。他方、ゴーグル部1の遮光カバー1aの上側面によって、CCDカメラ131の像が外景に対してノイズとなってハーフミラー121に写り込むのを防止することができる。

【0021】信号処理部14は、図4に示すように、各CCDカメラ131の撮像により得られる画像Bから瞳孔部分Cを抽出して、瞳孔の大きさを計測するものである。第1実施形態では、CCDカメラ131の出力であるビデオ信号から、眼球の画像を例えば白黒に2値化し、抽出対象となる瞳孔部分Cを黒の値に変換する処理が行われる。このとき、瞳孔部分C以外にも黒の値に変換される部分があり、その部分がノイズとなって図4の例に示すように現れる。例えば、目尻、目頭、瞼の周辺などの部分がノイズとなって現れることがある。このため、水平ライン毎に、黒の値に変換された連続する部分の最大幅を瞳孔径候補として求め（例えば図4に図示した水平ラインDではE11がE12よりも大きく最大となるので瞳孔径候補となる）、これにより得られた複数の瞳孔径候補のうち、最も径の大きいものを瞳孔径と判定する処理が行われる。図4の例では、瞳孔径候補E11が瞳孔径に判定される。このように、画像から瞳孔部分Cを抽出する場合、赤外線の光量が十分な状態で撮像により画像が得られるようにすれば、上記のように、ノイズは瞳孔部分Cよりも小さくなると見なして画像処理を行うことができるのである。

【0022】次に、本瞳孔測定装置の動作を説明する。ゴーグル部1が装着された後、赤外線LED素子11

1, 112から赤外線が眼球に照射される。その赤外線は、眼球などで反射し、さらにハーフミラー121で全反射した後、CCDカメラ131に向かい、受光レンズ131aを通過してCCDの受光面に結像する。このCCDの受光面に結んだ眼球などの像は、CCDカメラ131により画像として取り込まれる。この画像は、信号処理部14に送られ、この後、白黒の2値化信号に変換され、水平ライン毎に1つの瞳孔径候補が求められる。続いて、1画面分の複数の瞳孔径候補が求められると、最も径の大きいものが瞳孔径と判定され、その瞳孔径から瞳孔の大きさが計測される。なお、フロント遮光板2は必要に応じてゴーグル部1に装着される。

【0023】図5は本発明の第2実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図、図6は図5の信号処理部で行われる処理の説明図で、これらの図を用いて以下に第2実施形態の説明を行う。

【0024】図5に示す瞳孔測定装置は、ゴーグル部1、フロント遮光板2およびケーブル3を第1実施形態と同様に備えるほか、第1実施形態と処理方法が異なる信号処理部24を備えている。

【0025】ここで、白黒に2値化した画像を利用して、水平ライン毎に最大幅となる瞳孔径候補を導出したとき、瞳孔部分以外の部分によりノイズが発生する位置によっては、瞳孔径候補が異常に大きな値になる場合がある。例えば、図6に示すように、瞳孔部分Cを横切る n , $n+1$, $n+2$ の水平ラインにおけるそれぞれの瞳孔径候補E21, E22, E23のうち、水平ライン n における瞳孔径候補E21が瞳孔径に判定されるべきところ、水平ライン $n+1$ において、瞳孔部分Cから連続して水平方向の一方（右方）に延びるノイズが発生したために、瞳孔径候補E22は、当該瞳孔径候補E22を挟む水平ライン n , $n+2$ における瞳孔径候補E21, E23に比べて異常に大きな値になる。このようなノイズは、異物がCCDカメラ131に映る場合、回路パラメータの設定にずれが生じたために瞳孔抽出の際に瞳孔周辺部の虹彩（瞳孔収縮および散大を司る筋肉の部分）が画像として映ってしまった場合などに発生するものと考えられる。いずれにしてもこのような場合、第1実施形態では、真値の瞳孔径を導出することができない。

【0026】そこで、第2実施形態では、上記ノイズに起因する不具合を解決すべく、信号処理部24は、水平ライン毎の瞳孔径候補のうち、隣接する上下水平ラインにおける両瞳孔径候補と比較して異常に大きな値をもつ瞳孔径候補を、ノイズが混入しているとして瞳孔径とみなさない判定を行うように構成される。この構成によれば、1画面における複数の瞳孔径候補から、図6の例に示すような瞳孔径候補E22が実質除外されることになるから、瞳孔径候補E21が瞳孔径と判定されることになる。

【0027】なお、垂直方向に沿って水平ライン毎に順

次走査して得られる瞳孔径候補の値は、ノイズがなければ、瞳孔の形状がほぼ円形であることから、徐々に小さくなっていき最大となった後に徐々に小さくなるので、この規則性に加えてCCDカメラ131の解像度およびビデオ信号の垂直周波数などをさらに考慮すれば、上記のように異常に大きな値をもつと判定しうる適切なしきい値を導出することができる。

【0028】図7は本発明の第3実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図、図8は図7の信号処理部で行われる処理の説明図で、これらの図を用いて以下に第3実施形態の説明を行う。

【0029】図7に示す瞳孔測定装置は、ゴーグル部1、フロント遮光板2およびケーブル3を第1実施形態と同様に備えるほか、第1実施形態と処理方法が異なる信号処理部34を備えている。

【0030】ここで、第1および第2実施形態によれば、各画像（フィールド）につき1つの瞳孔径が得られるが、この瞳孔径は何らかの原因で必ずしも正しい瞳孔径を表しているとは限らない。

【0031】例えば、図8に示すように、前後のフィールドF3、F5のそれぞれの瞳孔径G3、G5と比較して異常に大きな値を示すフィールド4の瞳孔径G4が得られたとする。このような瞳孔径G4は、瞳孔径は連続的に変動するとの仮定を採ると、正しい瞳孔径を表しているとはいえない。同様に、前後のフィールドF6、F8のそれぞれの瞳孔径G6、G8と比較して異常に小さな値を示すフィールド7の瞳孔径G7が得られた場合、この瞳孔径G7は正しい瞳孔径を表しているとはいえない。

【0032】そこで、第3実施形態では、信号処理部34は、各画像から決定される瞳孔径に関して異常に大きな値の瞳孔径が得られる画像や、あるいは異常に小さな値の瞳孔径が得られる画像については、その画像内にノイズが混入したと判断し、その画像から得られる瞳孔径のデータは採用せず、その画像の前後の画像から得られる瞳孔径のデータから補間により値を求め、この値を瞳孔径の値に代用する処理を行うように構成される。この構成によれば、図8の例に示すように、瞳孔径G3、G5から補間により値H35が求められ、この値H35が瞳孔径G4に代えてフィールド4の瞳孔径として使用される。同様に、瞳孔径G6、G8から補間により値H68が求められ、この値H68が瞳孔径G7に代えてフィールド7の瞳孔径として使用される。これにより、各画像からより確からしい瞳孔径を得ることができる。

【0033】なお、図8に示す異常に大きな値と判定しうる「上限」のしきい値および異常に小さな値と判定しうる「下限」のしきい値は、瞳孔の運動の速さやビデオ画像としての各フィールド間の時間などから決定される。そして、瞳孔径が「上限」を越えれば、異常に大きな値と判定され、また「下限」を下回れば、異常に小さな

な値と判定されるのは言うまでもない。

【0034】

【発明の効果】以上のことから明らかなように、請求項1記載の発明によれば、撮像素子を有し眼球の撮像を行う眼球撮像手段と、暗環境下においても前記撮像により明瞭な眼球の画像が得られるようにその眼球に向けて赤外線照射する赤外線発光手段と、光学部品から成り前記眼球からの赤外線を前記眼球撮像手段に全反射する赤外線反射手段と、前記撮像により得られる眼球の画像を用いてその眼球の瞳孔の大きさに関する指標を算出する信号処理手段とにより成るので、暗環境下においても眼球撮像手段の撮像により明瞭な眼球の画像が得られるようになり、また、瞳孔に対する位置設定が容易で、顔の位置ずれに柔軟に対応可能となり、瞳孔の明瞭な画像を安定に得ることができ、もって安定に瞳孔の測定を行うことができる。

【0035】請求項2記載の発明によれば、請求項1記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は表面のコーティングにより赤外線の波長帯域のみを全反射するハーフミラーを備えるので、最大限の光量の赤外線を眼球撮像手段に供給することが可能になるとともに、視野を妨げない瞳孔測定装置を得ることができる。

【0036】請求項3記載の発明によれば、請求項1または2記載の瞳孔測定装置において、前記赤外線反射手段は前記眼球の画像が顔形状の個人差によって所望の位置からずれた場合に適切な位置の眼球の画像が得られるように位置のずれを補正する回転機構を備えたハーフミラーにより成るので、顔形状の個人差にかかわらず、適切な眼球の画像を得ることができる。

【0037】請求項4記載の発明によれば、請求項1～3のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記眼球撮像手段は赤外線の波長帯域のみを透過するような光学フィルタを備えるので、不要画像の撮像（混入）を防止することができる。

【0038】請求項5記載の発明によれば、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像に含まれる複数の瞳孔径候補から最も大きな幅をもつ瞳孔径候補を瞳孔径とする処理を行うので、2値画像にノイズが含まれていても、適切な瞳孔径を計測することが可能になる。

【0039】請求項6記載の発明によれば、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、前記撮像により得られる眼球の画像を用いて、その眼球の瞳孔部分を抽出した白黒の2値化された2値画像を生成し、この2値画像における水平ライン毎の瞳孔径候補のうち他と比較して異常に大きな値をもつ瞳孔径候補はノイズが混入したとしてその瞳孔径候補を瞳孔径とみなさない判定を行うので、2値画像にノイズ

が含まれていても、適切な瞳孔径を計測することが可能になる。

【0040】請求項7記載の発明によれば、請求項1～4のいずれかに記載の瞳孔測定装置において、前記信号処理手段は、各画像から決定される瞳孔径に関して異常に大きな値の瞳孔径が得られる画像や、あるいは異常に小さな値の瞳孔径が得られる画像については、その画像内にノイズが混入したと判断し、その画像から得られる瞳孔径のデータは採用せず、その画像の前後の画像から得られる瞳孔径のデータから補間により値を求め、この値を瞳孔径の値に代用する処理を行うので、より確からしい瞳孔径を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図である。

【図2】図1の瞳孔測定装置の外観を示す模式図である。

【図3】図1の各部の位置関係を示す図である。

【図4】図1の信号処理部で行われる処理の説明図である。

【図5】本発明の第2実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図である。

【図6】図5の信号処理部で行われる処理の説明図である。

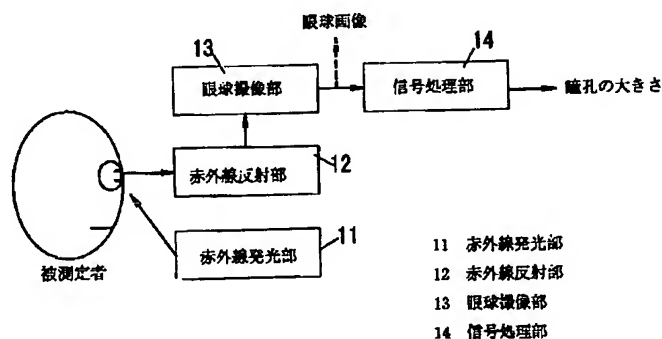
【図7】本発明の第3実施形態に係る瞳孔測定装置の構成図である。

【図8】図7の信号処理部で行われる処理の説明図である。

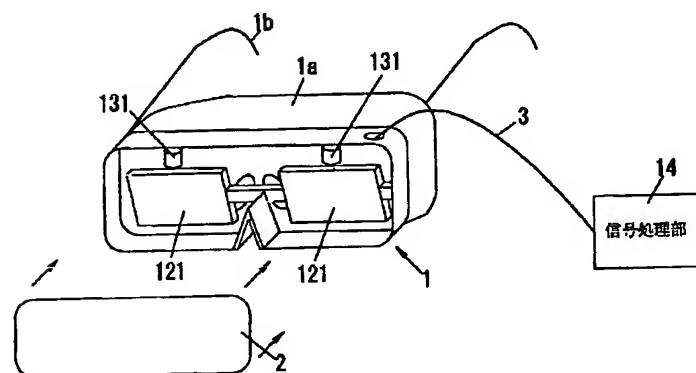
【符号の説明】

- 1 ゴーグル部
- 2 フロント遮光板
- 3 ケーブル
- 11 赤外線発光部
- 12 赤外線反射部
- 13 眼球撮像部
- 14, 24, 34 信号処理部
- 111, 112 赤外線LED素子
- 121 ハーフミラー
- 131 CCDカメラ

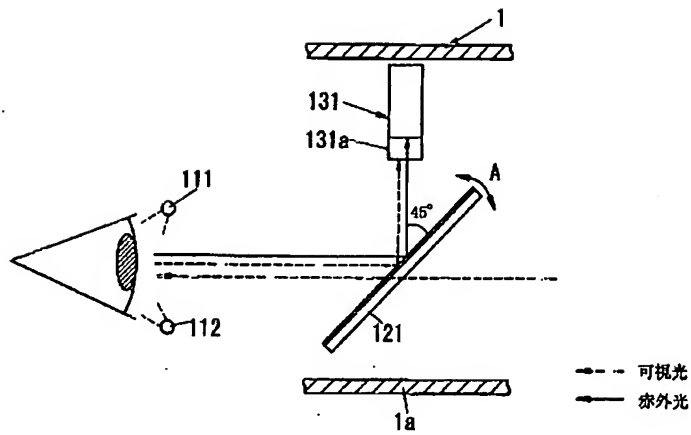
【図1】



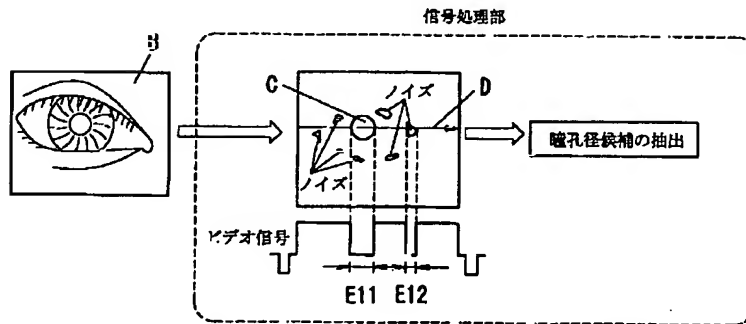
【図2】



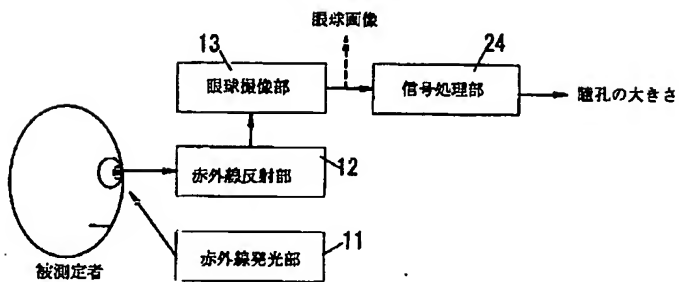
【図3】



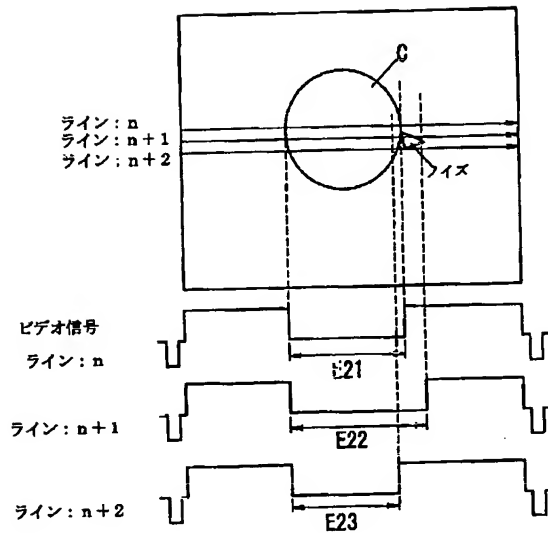
【図4】



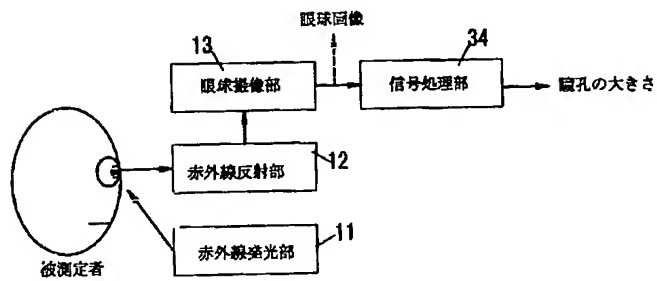
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

